

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

065594
1081

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 17 JUL. 2001

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

M. Planche

Martine PLANCHE

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

THIS PAGE BLANK (USPTO)



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

CB 540 W / 260879

REMISE DES PIÈCES DATE 11 AOÛT 2000 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0010590 DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 11 AOÛT 2000		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL Département PI Josiane EL MANOUNI 30 avenue Kléber 75116 PARIS	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 103280/MA/RCD/TPM			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	N°
Demande de brevet initiale		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE POUR EVALUER LA QUALITE D'UNE LIAISON RADIO DANS UN SYSTEME DE RADIOCOMMUNICATIONS MOBILES			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		ALCATEL	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		5 4 2 0 1 9 0 9 6	
Code APE-NAF			
Adresse		Rue 54, rue La Boétie Code postal et ville 75008 PARIS	
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

REMISE DES PIÈCES DATE 11 AOÛT 2000 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0010590		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		103280/MA/RCD/TPM	
6 MANDATAIRE			
Nom		EL MANOUNI	
Prénom		Josiane	
Cabinet ou Société		Compagnie Financière Alcatel	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		PG 8182	
Adresse	Rue	30 Avenue Kléber	
	Code postal et ville	75116	PARIS
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>			
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>			
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
7 INVENTEUR (S)			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		Josiane EL MANOUNI / LC 40 B	
		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11 235*02

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08


Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .1./1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 26089

Vos références pour ce dossier (facultatif)		103280/MA/RCD/TPM	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		00 10590 1	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDE POUR EVALUER LA QUALITE D'UNE LIAISON RADIO DANS UN SYSTEME DE RADIOCOMMUNICATIONS MOBILES			
LE(S) DEMANDEUR(S) : Société anonyme ALCATEL			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		AGIN	
Prénoms		Pascal	
Adresse	Rue	2 rue du Clos de Pacý	
	Code postal et ville	94370 SUCY EN BRIE, FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) RIX DU MANDATAIRE RIX DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		11 août 2000 Josiane EL MANOUNI 	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

PROCEDE POUR EVALUER LA QUALITE D'UNE LIAISON RADIO DANS UN SYSTEME DE RADIOCOMMUNICATIONS MOBILES

La présente invention concerne d'une manière générale les systèmes de radiocommunications mobiles.

- 5 Dans ces systèmes, divers traitements sont nécessaires pour mettre les informations à transmettre sous une forme adaptée à leur transmission sur l'interface radio.

Notamment, une protection contre les erreurs de transmission est obtenue au moyen d'un codage (tel que notamment un codage correcteur d'erreurs) destiné à
10 introduire une redondance dans les informations transmises. Le taux de codage est défini comme le rapport du nombre de bits d'information à transmettre sur le nombre de bits transmis ou bits codés. Le codage est généralement opéré sur des séquences de bits d'information ou blocs. Pour des ressources radio allouées données, plus le taux de codage est élevé, et plus le débit de bits d'information est élevé. Cependant,
15 un taux de codage élevé nécessite de bonnes conditions radio, sinon la qualité de service est dégradée.

Pour des services de données, une protection supplémentaire contre les erreurs de transmission est généralement prévue, consistant généralement en une re-transmission de blocs non correctement reçus, selon une technique appelée aussi
20 ARQ (pour "Automatic Repeat reQuest" en anglais). Les blocs non correctement reçus peuvent être des blocs dans lesquels des erreurs sont détectées (au moyen d'un code détecteur d'erreurs), ou ne peuvent être corrigées (au moyen d'un code correcteur d'erreurs). L'état, correct ou non, des blocs reçus est signalé par le récepteur à l'émetteur au moyen de messages dits d'acquittement (ou ACK, pour
25 "ACKnowledgment" en anglais) ou de non-acquittement (ou NACK, pour "Non-ACKnowledgment" en anglais).

Un autre traitement consiste en une modulation, permettant d'obtenir un signal analogique porteur des informations à transmettre. Différentes techniques de modulation sont connues, caractérisées par leur efficacité spectrale, c'est-à-dire leur
30 capacité à transmettre un nombre plus ou moins élevé de bits par symbole, pour une même bande de fréquences allouée. Par exemple, dans le système GPRS (pour "General Packet Radio Service" en anglais) une seule modulation est possible, la modulation GMSK qui permet de transmettre un bit par symbole, et dans le système

EGPRS (pour "Enhanced General Packet Radio Service") deux modulations sont possibles, la modulation GMSK qui permet de transmettre un bit par symbole et la modulation 8PSK qui permet de transmettre trois bits par symbole. Plus l'efficacité spectrale de la modulation est élevée, et plus le débit de bits transmis peut être élevé.

- 5 Cependant, une efficacité spectrale élevée nécessite de bonnes conditions radio, sinon la qualité de service est dégradée.

Différentes techniques destinées à optimiser les performances de ces systèmes peuvent être utilisées, telles que notamment les techniques suivantes:

- 10 - adaptation de lien (ou « link adaptation » en anglais): cette technique permet d'adapter dynamiquement le schéma de codage et/ou de modulation utilisé en fonction des conditions radio; notamment, lorsque les conditions radio sont bonnes, on peut augmenter le taux de codage et/ou utiliser une modulation à plus haute efficacité spectrale, pour augmenter le débit; par exemple, comme défini dans le document "GSM 15 03.64 Version 8.2.0 Release 1999" publié par l'ETSI, quatre schémas de codage (CS1 à CS4) sont possibles dans le système GPRS, et neuf schémas de codage et de modulation (MCS1 à MCS9) sont possibles dans le système EGPRS ;
- 20 - re-sélection de cellule: ces systèmes ayant en général une architecture cellulaire, cette technique permet de sélectionner, en fonction de critères radio, et éventuellement en fonction d'autres critères, une meilleure cellule vers laquelle transférer une communication en cours, selon la technique dite de transfert inter-cellulaire, ou « handover » en anglais;
- ...etc.

- 25 Dans ces systèmes, il est donc très important de pouvoir évaluer le mieux possible les conditions radio; sinon les performances peuvent être dégradées.

Généralement, la qualité d'une liaison radio est représentée par un ou plusieurs indicateurs de qualité tels que notamment le BER brut (ou "raw Bit Error Rate" en anglais), le BLER (pour "Block Erasure Rate" en anglais), le SIR (pour "Signal- 30 to-Interference Ratio" en anglais), ...etc.

Le BER brut est obtenu en comparant des données reçues, avant décodage correcteur d'erreurs, avec des données correspondantes obtenues après décodage

correcteur d'erreurs, puis re-codées au moyen du même code correcteur d'erreurs qu'en émission.

Le BLER correspond au taux de blocs de données non correctement reçus. Lorsqu'on utilise la technique de re-transmission, le BLER peut aussi, à la différence
 5 des autres indicateurs de qualité, être déterminé en émission, à partir des messages ACK/NACK transmis par le récepteur. Les algorithmes tels que par exemple les algorithmes d'adaptation de lien ou de re-sélection de cellule étant généralement mis en œuvre dans le réseau, le réseau peut ainsi lui-même déterminer le BLER, pour le sens descendant, sans qu'il soit nécessaire que la station mobile reporte au réseau
 10 la valeur de BLER qu'elle détermine.

Un inconvénient des indicateurs de qualité tels que le BER brut ou le SIR est que, contrairement au BLER, ils nécessitent une estimation pour être obtenus, d'où un risque d'erreurs et donc de dégradation de performances de ces systèmes.

Un autre inconvénient des indicateurs de qualité tels que le BER brut ou le
 15 SIR est qu'ils ne sont pas directement représentatifs des performances. Ces indicateurs de qualité sont en effet représentatifs de la qualité du canal de transmission, or la relation entre la qualité de service et la qualité du canal de transmission n'est pas fixe mais dépend de nombreux facteurs tels que l'environnement, la vitesse de la station mobile, ...etc. De ce point de vue, le BLER est
 20 un critère plus pertinent, ou plus représentatif des performances.

Le BLER n'est cependant pas le critère le plus pertinent dans tous les cas.

Par exemple, dans les systèmes dans lesquels plusieurs schémas de codage et/ou de modulation sont possibles, tels que par exemple les systèmes GPRS et EGPRS, le BLER, contrairement à d'autres indicateurs de qualité tels que le BER brut
 25 ou le SIR, dépend du schéma de codage et/ou de modulation utilisé.

Ainsi, pour le système GPRS, le document WO 99/12304 propose d'estimer la valeur du BLER qui serait obtenue pour chaque schéma de codage, à partir de calculs statistiques sur des indicateurs de qualité obtenus tels que le BER brut ou le SIR, combinés à des résultats d'expériences ou de simulations préalables. Ce
 30 document ne propose donc pas d'utiliser d'autres indicateurs de qualité que le BER brut ou le SIR, et propose une technique complexe pour estimer le BLER à partir des indicateurs de qualité ainsi obtenus tels que le BER brut ou le SIR.

De même, lorsqu'on utilise la technique de re-transmission de blocs non correctement reçus, le BLER ne constitue pas non plus le critère le plus pertinent.

Il y a également d'autres cas où le BLER ne constitue pas un critère satisfaisant, notamment lorsqu'on utilise la technique dite de redondance

- 5 incrémentale (ou "incremental redundancy" en anglais). Cette technique est une technique de re-transmission plus élaborée et plus efficace que celle mentionnée précédemment. Au lieu de re-transmettre un bloc avec toujours le même schéma de codage, elle consiste à re-transmettre le bloc avec un schéma de codage différent à chaque fois, et à utiliser conjointement toutes les re-transmissions successives du bloc
- 10 pour réduire la probabilité de ne pas le décoder correctement. Les blocs peuvent alors être tous transmis sans protection lors de leur première transmission. Par exemple, le taux de codage effectif est 1 après la première transmission, $\frac{1}{2}$ après la première re-transmission, $\frac{1}{3}$ après la deuxième re-transmission, ...etc. Cette technique permet donc également (comme la technique d'adaptation de liaison)
- 15 d'augmenter le débit utile, mais comme le BLER peut alors être beaucoup plus élevé que dans le cas où cette technique n'est pas utilisée, ce critère n'est pas non plus le plus pertinent.

- Le document GB 2 330 737 propose un indicateur de qualité obtenu en déterminant la différence entre un nombre de paquets correctement reçus (ou
- 20 alternativement un nombre de paquets dont la re-transmission est requise) et un nombre de paquets transmis. Cependant, ce critère ne constitue pas non plus le critère le plus pertinent, notamment lorsqu'on utilise des techniques telles que les techniques d'adaptation de lien ou de redondance incrémentale rappelées précédemment.

- 25 Un besoin existe donc pour un indicateur de qualité qui permettrait notamment d'éviter les divers inconvénients précités, et notamment qui serait pertinent pour la plupart des systèmes, tout en étant précis et relativement simple à calculer.

- Un objet de la présente invention est ainsi un procédé pour évaluer la
- 30 qualité d'une liaison radio dans un système de radiocommunications mobiles, ce procédé étant essentiellement caractérisé en ce que ladite qualité est évaluée à partir du débit net transmis sur ladite liaison.

Suivant une autre caractéristique, les données transmises sur ladite liaison étant obtenues par codage de blocs de bits d'information, le débit net est obtenu en calculant:

$$R_{net} = \frac{1}{T} \sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} N_i$$

- 5 où NB_RECEIVED est le nombre de blocs correctement reçus pendant une période T donnée, et N_i est le nombre de bits d'information du i-ème bloc correctement reçu.

Suivant une autre caractéristique, ladite qualité est évaluée à partir du débit net relatif, c'est-à-dire du rapport entre le débit net et le débit brut.

- 10 Suivant une autre caractéristique, le rapport entre le débit net et le débit brut est obtenu en calculant:

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} N_i}{\sum_{i=0}^{NB_SENT-1} N_i^{(c)}}$$

- où NB_SENT est le nombre de blocs transmis pendant une période donnée,
15 NB_RECEIVED est le nombre de blocs correctement reçus correspondants, $N_i^{(c)}$ est le nombre de bits du i-ème bloc transmis, et N_i est le nombre de bits d'information du i-ème bloc correctement reçu.

- Suivant une autre caractéristique, le nombre de bits des blocs transmis étant fonction du schéma de modulation utilisé, le débit brut est déterminé pour un schéma
20 de modulation donné correspondant à une modulation dite de référence, quel que soit le schéma de modulation utilisé.

Suivant une autre caractéristique, le rapport entre le débit net et le débit brut est obtenu en calculant:

25
$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} N_i}{NB_SENT * N^{(c)}}$$

où NB_SENT est le nombre de blocs transmis pendant une période donnée, NB_RECEIVED est le nombre de blocs correctement reçus correspondants, $N^{(c)}$ est le nombre de bits d'un bloc transmis avec un schéma de modulation donné

correspondant à une modulation dite de référence, et N_i est le nombre de bits d'information du i -ème bloc correctement reçu.

Suivant une autre caractéristique, ladite modulation de référence est une modulation de plus faible efficacité spectrale.

- 5 Suivant une autre caractéristique, les blocs transmis, ou blocs radio, pouvant comporter un ou plusieurs blocs, ou blocs de données, suivant le schéma de modulation utilisé, le rapport entre le débit net et le débit brut est obtenu en calculant :

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} \frac{N_i}{n_i}}{\sum_{i=0}^{NB_SENT-1} \frac{N_i^{(c)}}{n_i'}}$$

- 10 où NB_SENT est le nombre de blocs de données transmis pendant une période donnée, NB_RECEIVED est le nombre de blocs de données correctement reçus correspondants, $N_i^{(c)}$ est le nombre de bits dans le bloc radio comportant le i -ème bloc de données transmis, N_i est le nombre de bits d'information dans le bloc radio comportant le i -ème bloc de données reçu, et n_i (respectivement n_i') est égal au
15 nombre de blocs de données dans le bloc radio contenant le i -ème bloc de données reçu (respectivement transmis) .

- Suivant une autre caractéristique, les blocs transmis, ou blocs radio, pouvant comporter un ou plusieurs blocs, ou blocs de données, suivant le schéma de modulation utilisé, le rapport entre le débit net et le débit brut est obtenu en
20 calculant :

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} \frac{N_i}{n_i}}{\sum_{i=0}^{NB_SENT-1} \frac{N_i^{(c)}}{n_i'}}$$

- où NB_SENT est le nombre de blocs de données transmis pendant une période donnée, NB_RECEIVED est le nombre de blocs de données correctement
25 reçus correspondants, $N^{(c)}$ est le nombre de bits d'un bloc radio pour un schéma de modulation donné correspondant à une modulation de référence, N_i est le nombre de bits d'information dans le bloc radio comportant le i -ème bloc de données reçu, et

n_i (respectivement n'_i) est égal au nombre de blocs de données dans le bloc radio contenant le i -ème bloc de données reçu (respectivement transmis) .

Suivant une autre caractéristique, le rapport entre le débit net et le débit brut est obtenu en calculant :

5

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} \frac{\rho_i}{n_i}}{\sum_{i=0}^{NB_SENT-1} \frac{1}{n'_i}}$$

avec $\rho_i = N_i / N^{(c)}$.

Un autre objet de la présente invention est un système de radiocommunications mobiles, ce système étant essentiellement caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour évaluer la qualité d'une liaison radio à partir du débit net transmis sur ladite liaison.

Suivant une autre caractéristique, ladite liaison est une liaison montante.

Suivant une autre caractéristique, ladite liaison est une liaison descendante.

Un autre objet de la présente invention est une entité de réseau de radiocommunications mobiles, cette entité étant essentiellement caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens pour évaluer la qualité d'une liaison radio, à partir du débit net transmis sur ladite liaison.

Suivant une autre caractéristique, ladite liaison est une liaison montante.

Suivant une autre caractéristique, ladite liaison est une liaison descendante.

Un autre objet de la présente invention est une station mobile, cette station mobile étant essentiellement caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens pour évaluer la qualité d'une liaison radio, à partir du débit net transmis sur ladite liaison.

Suivant une autre caractéristique, ladite liaison est une liaison descendante.

Suivant une autre caractéristique, ladite liaison est une liaison montante.

D'autres objets et caractéristiques de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'exemples de réalisation, faite en relation avec la figure ci-annexée destinée à illustrer schématiquement une liaison radio dont la qualité est évaluée au moyen d'un procédé suivant l'invention.

La présente invention propose donc d'utiliser un critère lié au débit net.

Le débit brut R_{gross} est défini comme le débit de bits transmis sur l'interface radio. Le débit net R_{net} est le débit obtenu après déduction, du débit brut, de tout ce qui n'est pas utile pour l'utilisateur, comme la redondance introduite par le codage, ou les blocs non correctement reçus.

5 Le débit net peut s'exprimer de la manière suivante:

$R_{net} = \rho R_{gross}(1-BLER)$, où ρ désigne le taux de codage (supposé fixe dans cette expression), et BLER désigne le taux de blocs non correctement reçus (ou re-transmis).

10 Afin d'avoir une expression plus générale qui soit valable même avec un taux de codage variable, une première expression possible d'un indicateur de qualité suivant l'invention est la suivante:

$$R_{net} = \frac{1}{T} \sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} N_i$$

15 où NB_RECEIVED est le nombre de blocs correctement reçus pendant une période de temps T et N_i est le nombre de bits d'information dans le i-ème bloc reçu correctement. Le nombre N_i dépend du schéma de codage et/ou de modulation appliqué dans le i-ème bloc reçu. Plus le taux de codage est élevé, et/ou plus l'efficacité spectrale de la modulation est élevée, et plus ce nombre est élevé. R_{net} peut prendre n'importe quelle valeur positive.

20 Le débit net R_{net} peut cependant ne pas être le critère le plus approprié car R_{net} ne dépend pas seulement des conditions radio mais aussi des ressources radio allouées (pour des conditions radio données, plus les ressources radio allouées sont importantes, plus R_{net} est élevé). Par conséquent, pour avoir un meilleur indicateur de qualité, il peut être préférable de considérer le débit net relatif, c'est-à-dire le rapport du débit net sur le débit brut. Dans ce cas, pour des conditions radio
25 données, ce rapport gardera la même valeur quelle que soit la quantité de ressources radio allouées.

Une deuxième expression possible d'un indicateur de qualité suivant la présente invention est alors la suivante:

30

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} N_i}{\sum_{i=0}^{NB_SENT-1} N_i^{(c)}}$$

où NB_SENT est le nombre de blocs transmis par ledit émetteur pendant une période donnée, NB_RECEIVED est le nombre de blocs correctement reçus correspondants, $N_i^{(c)}$ est le nombre de bits du i-ème bloc transmis, et N_i est le nombre de bits d'information du i-ème bloc correctement reçu.

Le nombre $N_i^{(c)}$ dépend du schéma de modulation appliqué dans le i-ème bloc transmis. Plus l'efficacité spectrale est élevée, et plus ce nombre est élevé. Les blocs reçus considérés pour calculer le numérateur doivent correspondre aux blocs transmis comptés dans le dénominateur, NB_RECEIVED est donc inférieur ou égal à NB_SENT. R_{net}/R_0 est compris entre 0 et 1. Plus ce nombre est élevé, meilleures sont les conditions radio (et donc les performances).

Dans les systèmes comportant plusieurs schémas de modulation possibles, une autre possibilité est de considérer un schéma de modulation donné correspondant à une modulation donnée dite de référence pour le débit brut, c'est-à-dire de remplacer $N_i^{(c)}$ par $N^{(c)}$ qui est le nombre de bits d'un bloc utilisant la modulation de référence (par exemple la modulation GMSK dans le système EGPRS). Dans ce cas, le rapport R_{net}/R_0 peut être obtenu au moyen de l'expression suivante:

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} N_i}{NB_SENT * N^{(c)}}$$

où NB_SENT est le nombre de blocs transmis pendant une période donnée, NB_RECEIVED est le nombre de blocs correctement reçus correspondants, $N^{(c)}$ est le nombre de bits d'un bloc transmis avec un schéma de modulation donné correspondant à une modulation dite de référence, et N_i est le nombre de bits d'information du i-ème bloc correctement reçu.

En choisissant comme modulation de référence une modulation de plus faible efficacité spectrale (c'est-à-dire pour laquelle le nombre de bits par symbole transmis est le plus faible), telle que la modulation GMSK dans le système EGPRS, cette dernière expression présente en outre un avantage supplémentaire, qui est qu'elle permet de prendre en compte le fait que les performances sont meilleures quand un bloc est reçu correctement en utilisant une modulation à haute efficacité spectrale que quand un bloc est reçu correctement en utilisant une modulation à faible efficacité spectrale. Par exemple, dans le système EGPRS, deux modulations

sont possibles: GMSK (un bit par symbole) et 8PSK (3 bits par symbole). La modulation 8PSK permet d'atteindre environ trois fois le débit permis par la modulation GMSK (mais requiert une puissance d'émission plus élevée et de meilleures conditions radio) et a donc une efficacité spectrale plus élevée (débit de 5 bits plus élevé pour une bande de fréquence donnée). Dans ce cas, pour une valeur de BLER donnée, R_{net}/R_0 sera plus grand en utilisant la modulation 8PSK qu'en utilisant la modulation GMSK (environ trois fois plus grand) au lieu d'être inchangé avec l'expression donnée auparavant. Par conséquent, cette nouvelle expression sera plus appropriée quand plusieurs schémas de modulation sont possibles (ce qui est le cas pour le système EGPRS par exemple). On notera qu'avec cette nouvelle expression, le rapport R_{net}/R_0 peut être supérieur à 1, car N_i peut alors être supérieur à $N^{(d)}$.

Une liaison radio entre un émetteur 1 et un récepteur 2 dans un système de radiocommunications mobile est illustrée schématiquement sur la figure. Par exemple, l'émetteur peut être dans une station mobile et le récepteur 2 dans le réseau. La liaison est alors une liaison montante (ou "uplink" en anglais). Inversement l'émetteur 1 peut-être dans le réseau et le récepteur 2 dans une station mobile. La liaison est alors une liaison descendante (ou "downlink" en anglais).

L'émetteur 1 comporte, dans l'exemple illustré:

- 20 - des moyens 3 de traitement en émission, incluant des fonctions telles que codage, modulation, re-transmission de blocs non correctement reçus (sous la commande de messages ACK/NACK reçus du récepteur 2), ...etc.,
- des moyens 4 d'émission radio-fréquence.

25 Le récepteur 2 comporte, dans l'exemple illustré:

- des moyens 5 de réception radio-fréquence,
- des moyens 6 de traitement en réception, réalisant des fonctions telles que décodage, démodulation, détection de l'état correct ou non des blocs reçus, transmission à l'émetteur 1 de messages d'acquiescement ou de non acquiescement (ACK/NACK) correspondants, ...etc.

30 Sur la figure sont en outre illustrés des moyens 7 d'évaluation de la qualité de la liaison. Dans l'exemple illustré, les moyens 7 sont prévus dans le récepteur, mais suivant un autre exemple ils pourraient être prévus dans l'émetteur. Les moyens

7 permettent de calculer un indicateur de qualité suivant l'invention, tel que par exemple le rapport R_{net}/R_0 , suivant l'une ou l'autre des expressions possibles, et reçoivent pour cela les paramètres nécessaires à ce calcul. Par exemple, les nombres NB_RECEIVED et Ni sont fournis par les moyens 6 de traitement en réception, et les
 5 autres paramètres (tels que T, NB_SENT, N⁽⁴⁾ définis précédemment) peuvent avoir des valeurs prédéterminées.

Dans ce qui suit, un exemple d'application de la présente invention est décrit, correspondant plus particulièrement, à titre d'exemple, aux systèmes GPRS et EGPRS. Pour une description de ces systèmes, on pourra se référer par exemple au
 10 document "GSM 03.64 Version 8.2.0 Release 1999" publié par l'ETSI.

Dans ces systèmes, quand des informations doivent être transmises de ou vers une station mobile, on alloue à cette station mobile des ressources sous la forme d'un TBF (pour « Temporary Block Flow » en anglais) montant ou descendant, et d'un ou plusieurs PDCHs (pour « Physical Data Channels » en anglais). Un PDCH est un
 15 canal physique correspondant à un intervalle de temps par trame (une trame comportant huit intervalles de temps) et à une fréquence ou à un jeu de fréquences dans le cas où la technique de saut de fréquence est utilisée. Plusieurs TBFs peuvent être répartis sur les mêmes PDCHs, ce qui permet de partager un même canal physique entre plusieurs stations mobiles et donc d'optimiser l'utilisation des
 20 ressources radio dans le cas de transmission de données en mode paquet.

Le critère radio proposé selon l'invention est alors calculé pour chaque TBF séparément.

Par ailleurs, selon l'architecture en couches de ces systèmes, la couche RLC (pour "Radio Link Control" en anglais) étant responsable de la procédure de re-
 25 transmission sur l'interface radio, le critère radio proposé selon l'invention est alors calculé dans cette couche. Les blocs mentionnés dans ce qui précède correspondent alors à des blocs appelés blocs de données RLC (ou "RLC data blocks" en anglais), c'est-à-dire à des blocs RLC transportant des données (des blocs RLC peuvent aussi être utilisés pour transporter des informations de contrôle ou de signalisation).

30 Dans le système GPRS, un bloc de données RLC est transmis toutes les 20 ms (en moyenne) sur l'interface radio, sur quatre intervalles de temps consécutifs. Dans le système EGPRS, un ou deux blocs de données RLC sont transmis toutes les 20 ms (un bloc de données RLC pour les schémas de codage et de modulation MCS1 à

MCS6, et deux blocs de données RLC pour les schémas de codage et de modulation MCS7 à MCS9).

Pendant cette période, le nombre de bits $N^{(c)}$ défini précédemment est égal à 456 dans le système GPRS, et à 464 dans le système EGPRS (pour le cas où la modulation de référence est la modulation GMSK). La séquence de bits transmise en 20 ms sur l'interface radio est appelée bloc radio. Un bloc radio contient donc un ou deux blocs de données RLC, ainsi que, additionnellement, des informations de contrôle. Un bloc radio est obtenu en sortie de la couche RLC/MAC (pour "Radio Link Control/Media Access Control" en anglais) et est appliqué en entrée de la couche physique. Ainsi, sur l'interface radio, des informations de contrôle de la couche physique sont émises additionnellement (telles qu'une séquence d'apprentissage, des informations de contrôle appelées "stealing flags" en anglais, ...etc).

Dans le système GPRS un bloc radio se compose d'un bloc de données RLC, et d'informations de contrôle appelées, en anglais, "MAC header", "RLC header", et "Block Check Sequence" (BCS). Dans le système EGPRS, un bloc radio se compose d'un ou de deux blocs de données RLC, et d'informations de contrôle appelées, en anglais, "MAC header", "RLC header", et "Header Check Sequence" (HCS). Les informations de contrôle appelées "Block Check Sequence" ou BCS sont des bits de contrôle obtenus en appliquant un code détecteur d'erreurs appelé CRC (pour "Cyclic Redundancy Check" en anglais) à chaque bloc de données RLC. Ce code détecteur d'erreurs permet de détecter si un bloc de données RLC est reçu correctement ou non. Dans l'application aux systèmes GPRS et EGPRS, les blocs considérés suivant l'invention sont donc les blocs de données RLC, c'est-à-dire l'ensemble des bits auxquels s'applique le CRC.

On notera que les valeurs données ci-dessus pour le nombre $N^{(c)}$ ne correspondent pas exactement au nombre de bits (ou bits codés) considérés précédemment, c'est-à-dire n'incluent pas seulement les données, mais aussi les informations de contrôle telles que "MAC header", "RLC header", ...etc. Cependant, il est à remarquer que le débit R_0 est seulement un débit de référence et pourrait donc être calculé différemment (par exemple en excluant les informations de contrôle "MAC header" et "RLC header" ...), mais dans ce cas, il pourrait varier en fonction du bloc, ce qui rendrait l'expression plus complexe.

Le nombre de bits d'information qui peut être transmis dans un bloc de données RLC dépend du schéma de codage utilisé, et aussi de la modulation utilisée dans le cas du système EGPRS.

- Pour prendre en compte le fait qu'un ou deux blocs de données RLC peuvent être transmis dans un bloc radio, le critère radio donné précédemment peut être légèrement modifié, de la façon suivante:

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} \frac{N_i}{n_i}}{\sum_{i=0}^{NB_SENT-1} \frac{N^{(c)}}{n_i'}}$$

- où NB_SENT est le nombre de blocs de données RLC (appelés aussi plus simplement ici blocs de données) transmis pendant une période donnée, NB_RECEIVED est le nombre de blocs de données correctement reçus correspondants, $N^{(c)}$ est le nombre de bits d'un bloc radio pour un schéma de modulation donné correspondant à une modulation de référence, N_i est le nombre de bits d'information dans le bloc radio comportant le i-ème bloc de données reçu, et n_i (respectivement n_i') est égal au nombre de blocs de données dans le bloc radio contenant le i-ème bloc de données reçu (respectivement transmis).

- On notera que n_i peut être différent de n_i' dans le cas où le schéma de modulation change pendant la période considérée pour le calcul de R_{net}/R_0 et où certains blocs de données ne sont pas reçus correctement.

De façon équivalente, cette expression peut être écrite:

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} \frac{\rho_i}{n_i}}{\sum_{i=0}^{NB_SENT-1} \frac{1}{n_i'}}$$

- avec $\rho_i = N_i / N^{(c)}$.

Par exemple:

- pour le système GPRS, ρ_i est compris entre 0 et 1, et pour le système EGPRS, ρ_i est compris entre 0 et 3 (la valeur 3 correspondant au fait qu'il y a trois bits d'information par symbole avec la modulation 8PSK),

- pour le système GPRS, n_i est toujours égal à 1, et pour le système EGPRS n_i est égal à 1 pour les schémas de codage et de modulation MCS1 à MCS6, et n_i est égal à 2 pour les schémas de codage et de modulation MCS7 à MCS9.

5 Une autre expression de R_{net}/R_0 pourrait être la suivante:

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} \frac{N_i}{n_i}}{\sum_{i=0}^{NB_SENT-1} \frac{N_i^{(c)}}{n_i'}}$$

où NB_SENT est le nombre de blocs de données transmis pendant une période donnée, NB_RECEIVED est le nombre de blocs de données correctement reçus correspondants, $N_i^{(c)}$ est le nombre de bits dans le bloc radio comportant le i-
 10 ème bloc de données transmis, N_i est le nombre de bits d'information dans le bloc radio comportant le i-ème bloc de données reçu, et n_i (respectivement n_i') est égal au nombre de blocs de données dans le bloc radio contenant le i-ème bloc de données reçu (respectivement transmis) .

Dans des systèmes tels que par exemple les systèmes GPRS et EGPRS, l'état
 15 correct ou non des blocs reçus, nécessaire à l'évaluation de qualité suivant l'une ou l'autre des expressions précédentes, peut être obtenu de la manière suivante.

Si l'évaluation de qualité est effectuée dans le réseau:

- dans le sens de transmission descendant (c'est-à-dire du réseau vers la station mobile), le réseau sait quels blocs il transmet, et il sait par ailleurs
 20 quels blocs sont reçus correctement ou incorrectement grâce aux messages "Packet downlink ACK/NACK" émis régulièrement par la station mobile vers le réseau,
- dans le sens de transmission montant (c'est-à-dire de la station mobile vers le réseau) le réseau est capable de savoir si les blocs sont reçus
 25 correctement ou non en utilisant un code CRC comme rappelé plus haut. De plus on sait que les numéros de blocs émis se suivent, donc lorsque les deux derniers blocs correctement reçus sont par exemple les blocs 8 et 11, on sait que les blocs 9 et 10 ont été émis et n'ont pas été reçus correctement.

Si l'évaluation de qualité est effectuée dans la station mobile, les principes peuvent être les mêmes que ceux indiqués ci-dessus, les messages "Packet downlink ACK/NACK" étant alors remplacés par les messages "Packet uplink ACK/NACK" émis régulièrement par le réseau vers la station mobile.

5 En outre, dans le cas où l'évaluation de qualité est effectuée dans le réseau, cette évaluation de qualité peut être effectuée dans l'une ou l'autre des entités constitutives d'un tel réseau (appelées ici aussi entités de réseau de radiocommunications mobiles), telles que:

- 10 - des stations de base, pouvant être appelées, suivant les systèmes, BTS (pour "Base Transceiver Station" en anglais), ou Node B par exemple,
- des contrôleurs de stations de base, pouvant être appelés, suivant les systèmes, BSC (pour "Base Station Controller" en anglais), ou RNC (pour "Radio Network Controller" en anglais) par exemple,
- 15 - des centres de commutation mobile, pouvant par exemple être appelés MSC (pour "Mobile Switching Center" en anglais).

Par exemple, cette évaluation de qualité peut être effectuée dans les contrôleurs de stations de base. Plus particulièrement, dans le cas des systèmes GPRS et EGPRS, cette évaluation de qualité peut être effectuée dans une entité fonctionnelle appelée PCU (pour "Packet Control Unit" en anglais) permettant de supporter les services de données en mode paquet. Cette entité est notamment en charge de la couche RLC, et donc de fonctions telles que les re-transmissions de blocs, ...etc.

Dans l'exemple d'application considéré aux systèmes GPRS et EGPRS, l'indicateur de qualité suivant l'invention peut par exemple être utilisé dans deux buts :

- 25 • Relâchement du TBF(c'est-à-dire arrêt de la transmission) quand R_{net}/R_0 est en dessous d'un seuil configurable
- Activation de la re-sélection de cellule quand R_{net}/R_0 est en dessous d'un seuil configurable qui est plus grand que le seuil utilisé pour le relâchement du TBF. En effet, si les conditions radio sont très mauvaises, il est préférable de chercher d'abord une meilleure cellule avant de relâcher le TBF.
- 30

Cependant l'indicateur de qualité suivant l'invention pourrait aussi être utilisé dans d'autres buts tels que l'adaptation de lien par exemple.

En outre, le critère radio suivant l'invention a été principalement décrit dans le cas où la technique de re-transmission est utilisée. Le critère radio constitué par le BLER peut être utilisé dans le cas contraire. Cependant le critère radio suivant l'invention pourrait aussi être utilisé dans ce dernier cas.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour évaluer la qualité d'une liaison radio dans un système de radiocommunications mobiles, ce procédé étant caractérisé en ce que ladite qualité est évaluée à partir du débit net transmis sur ladite liaison.

- 5 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, les données transmises sur ladite liaison étant obtenues par codage de blocs de bits d'information, le débit net est obtenu en calculant:

$$R_{net} = \frac{1}{T} \sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} N_i$$

10 où NB_RECEIVED est le nombre de blocs correctement reçus pendant une période T donnée, et N_i est le nombre de bits d'information du i-ème bloc correctement reçu.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite qualité est évaluée à partir du débit net relatif, c'est-à-dire du rapport entre le débit net et le débit brut.

- 15 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le rapport entre le débit net et le débit brut est obtenu en calculant:

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} N_i}{\sum_{i=0}^{NB_SENT-1} N_i^{(c)}}$$

20 où NB_SENT est le nombre de blocs transmis pendant une période donnée, NB_RECEIVED est le nombre de blocs correctement reçus correspondants, $N_i^{(c)}$ est le nombre de bits du i-ème bloc transmis, et N_i est le nombre de bits d'information du i-ème bloc correctement reçu.

- 25 5. Procédé selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que le nombre de bits des blocs transmis étant fonction du schéma de modulation utilisé, le débit brut est déterminé pour un schéma de modulation donné correspondant à une modulation dite de référence, quel que soit le schéma de modulation utilisé.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le rapport entre le débit net et le débit brut est obtenu en calculant:

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} N_i}{NB_SENT * N^{(c)}}$$

où NB_SENT est le nombre de blocs transmis pendant une période donnée, NB_RECEIVED est le nombre de blocs correctement reçus correspondants, $N^{(c)}$ est le nombre de bits d'un bloc transmis avec un schéma de modulation donné correspondant à une modulation dite de référence, et N_i est le nombre de bits d'information du i-ème bloc correctement reçu.

7. Procédé selon l'une des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que ladite modulation de référence est une modulation de plus faible efficacité spectrale.

8. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, les blocs transmis, ou blocs radio, pouvant comporter un ou plusieurs blocs, ou blocs de données, suivant le schéma de modulation utilisé, le rapport entre le débit net et le débit brut est obtenu en calculant :

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} \frac{N_i}{n_i}}{\sum_{i=0}^{NB_SENT-1} \frac{N_i^{(c)}}{n_i'}}$$

où NB_SENT est le nombre de blocs de données transmis pendant une période donnée, NB_RECEIVED est le nombre de blocs de données correctement reçus correspondants, $N_i^{(c)}$ est le nombre de bits dans le bloc radio comportant le i-ème bloc de données transmis, N_i est le nombre de bits d'information dans le bloc radio comportant le i-ème bloc de données reçu, et n_i (respectivement n_i') est égal au nombre de blocs de données dans le bloc radio contenant le i-ème bloc de données reçu (respectivement transmis) .

9. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, les blocs transmis, ou blocs radio, pouvant comporter un ou plusieurs blocs, ou blocs de données, suivant le schéma de modulation utilisé, le rapport entre le débit net et le débit brut est obtenu en calculant :

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} \frac{N_i}{n_i}}{\sum_{i=0}^{NB_SENT-1} \frac{N_i^{(c)}}{n_i'}}$$

où NB_SENT est le nombre de blocs de données transmis pendant une période donnée, NB_RECEIVED est le nombre de blocs de données correctement reçus correspondants, $N^{(c)}$ est le nombre de bits d'un bloc radio pour un schéma de modulation donné correspondant à une modulation de référence, N_i est le nombre de bits d'information dans le bloc radio comportant le i-ème bloc de données reçu, et n_i (respectivement n'_i) est égal au nombre de blocs de données dans le bloc radio contenant le i-ème bloc de données reçu (respectivement transmis) .

10. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que les blocs transmis, ou blocs radio, pouvant comporter un ou plusieurs blocs, ou blocs de données, suivant le schéma de modulation utilisé, le rapport entre le débit net et le débit brut est obtenu en calculant :

$$\frac{R_{net}}{R_0} = \frac{\sum_{i=0}^{NB_RECEIVED-1} \frac{\rho_i}{n_i}}{\sum_{i=0}^{NB_SENT-1} \frac{1}{n'_i}}$$

15 où NB_SENT est le nombre de blocs de données transmis pendant une période donnée, NB_RECEIVED est le nombre de blocs de données correctement reçus correspondants, $N^{(c)}$ est le nombre de bits d'un bloc radio pour un schéma de modulation donné correspondant à une modulation de référence, N_i est le nombre de bits d'information dans le bloc radio comportant le i-ème bloc de données reçu, n_i (respectivement n'_i) est égal au nombre de blocs de données dans le bloc radio contenant le i-ème bloc de données reçu (respectivement transmis) , et ρ_i est égal à $N_i / N^{(c)}$.

11. Système de radiocommunications mobiles, pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour évaluer la qualité d'une liaison radio, à partir du débit net transmis sur ladite liaison.

12. Système selon la revendication 11, caractérisé en ce que ladite liaison est une liaison montante.

13. Système selon la revendication 11, caractérisé en ce que ladite liaison est une liaison descendante.

14. Entité de réseau de radiocommunications mobiles, pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens pour évaluer la qualité d'une liaison radio, à partir du débit net transmis sur ladite liaison.

5 15. Entité selon la revendication 14, caractérisée en ce que ladite liaison est une liaison montante.

16. Entité selon la revendication 14, caractérisée en ce que ladite liaison est une liaison descendante.

10 17. Station mobile, pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens pour évaluer la qualité d'une liaison radio à partir du débit net transmis sur ladite liaison.

18. Station mobile selon la revendication 17, caractérisée en ce que ladite liaison est une liaison descendante.

15 19. Station mobile selon la revendication 17, caractérisée en ce que ladite liaison est une liaison montante.

1/1

